



TESTAUSOHJEIDEN KEHITTÄMINEN

Jani Saartila

Opinnäytetyö
Helmikuu 2012
Kone- ja tuotantotekniikka
Lentokonetekniikka
Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Tampere University of Applied Sciences

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Kone- ja tuotantotekniikka

Lentokonetekniikka

SAARTILA, JANI: Testausohjeiden kehittäminen

Opinnäytetyö 33 s.

Helmikuu 2012

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää, mikä tekee testausohjeesta hyvän, ja tutkia kuinka mahdollisimman hyvään lopputulokseen voitaisiin päästä. Tässä työssä paneudutaan lentokoneiden testausohjeisiin, sivuten myös yleisesti ohjekirjallisuutta.

Työn aikana suoritettiin kysely testiohjekirjallisuuden virheiden kartoittamiseksi. Kyselyn avulla pyrittiin myös selvittämään, mitkä tunnusmerkit täytettyään ohje olisi hyvä. Kyselystä saatu data on analysoitu tässä työssä ja sen hyödyntämistä käytäntöön myös pohdittu.

Tavoitteena on tutkia mahdollisuuksia, joilla päästäisiin mahdollisimman hyviin tuloksiin tuottaessa testausohjeistusta lentokoneteollisuuden tiukkojen määräysten puitteissa. Ja kuinka välttää yleisimpiä virheitä joita ohjeissa esiintyy.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences

Mechanical and production engineering

Aircraft engineering

SAARTILA, JANI: Enhancement testing guides.

Bachelors thesis 33 pages

February 2012

The purpose of this thesis was to study aircraft systems testing guides and how we can make them more accurate and user friendly. In this thesis both aircraft and universal testing guides are discussed.

Inquiry was part of work and it's point was to solve most common problems in testing guides. Inquiry data was analysed to solve most common things that make guides perfect.

With analysed data and inquiry answers, taking them to real work situation and getting benefit from that is discussed.

Keywords: Testing, guide, aircraft engineering

SISÄLTÖ

| | |
|---|----|
| 1. JOHDANTO..... | 5 |
| 2. OHJEEN TEORIA..... | 6 |
| 3. HYVÄ OHJE..... | 8 |
| 4. VIRHEET OHJEISSA..... | 10 |
| 5. LENTOKONEJÄRJESTELMIEN TESTAUS..... | 12 |
| 5.1. Manuaalinen testaus..... | 12 |
| 5.2. Elektroninen testaus eli BIT..... | 12 |
| 5.3. Laboratorio testaus..... | 13 |
| 6. LENTOKONE OHJEISTUKSEN ERIKOISUUDET..... | 14 |
| 7. TESTAUSOHJEIDEN TESTAUS..... | 16 |
| 8. OHJEEN LAATIMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ..... | 17 |
| 9. KYSELY..... | 19 |
| 9.1. Kyselyn suunnittelu..... | 19 |
| 9.2. Kyselyn toteutus..... | 20 |
| 9.3. Kyselyn tulokset..... | 21 |
| 9.4. Tulosten analysointi..... | 23 |
| 10. POHDINTA..... | 28 |
| LÄHTEET..... | 30 |
| LIITTEET..... | 31 |

1. JOHDANTO

Opinnäytetyön tilaaja on Patria Aviation Oy:n Systems liiketoiminta, joka on erikoistunut tiedustelu-, valvonta- ja johtamisjärjestelmiin, niiden integrointiin sekä elinkaaren tukipalveluihin. Liiketoiminnan toimipaikat ovat Jämsän Halli, Tampere ja Espoo.

Tavoitteena oli tutkia, mistä koostuu järjestelmien testauksessa käytettävä testausohje, sekä mikä tekee testausohjeesta hyvän. Tämän opinnäytetyön tuloksia käytettäisiin yrityksen omaan käyttöön, ohjeita laativien henkilöiden avuksi jolloin testausohjeet noudattaisivat samaa linjaa ja olisivat erinomaisia. Tutkimuksen kohde rajattiin lentokonejärjestelmien testaukseen liittyviin ohjeisiin, jotta aiheesta ei muodostuisi liian laaja. Tavoitteena oli testausohjeiden tutkiminen yleisesti, paneutumatta erillisiin järjestelmiin.

Työn aikana suoritettiin kysely jonka avulla saatiin selville testausohjeiden yleisimmät virheet, sekä käyttäjien kokemuksia ja toiveita. Kyselystä saatu data analysoitiin monesta eri näkökulmasta ja pohdittiin ratkaisuja virheiden välttämiseksi.

2. OHJEEN TEORIA

Ohjeen tarkoituksena on opastaa käyttäjä tekemään haluamansa toiminto oikealla tavalla. Ohjeiden avulla käyttäjä voi oppia laitteen tai järjestelmän toiminnan, ja näin hän voi toimia kyseisen laitteen tai järjestelmän parissa. Laitteiden sekä järjestelmien kehittyessä yhä monimutkaisemmiksi ohjeistuksen merkitys käytössä, huollossa sekä korjauksessa kasvaa. Ohjeistuksella pyritään myös tehostamaan työskentelyä ja vähentämään tapaturmien mahdollista sattumista.

Ohjeita voi olla monenlaisia ja yleisellä tasolla erilaiset ohjeet eroavat toisistaan tarkoituseränsä ansiosta. Sisältö saattaa opastaa käyttäjää mm. käyttämään, huoltamaan, korjaamaan tai jopa rakentamaan jotakin laitetta tai asiaa. Käyttämään opastavat ohjeet (käyttöohjeet) ovat yksinkertaisimpia ohjeita, joilla ohjeen käyttäjä voi oppia käyttämään ohjeen käsittelemää asiaa. Huoltamaan opastavat ohjeet (huolto-ohjeet) ovat hieman käyttöohjeita monipuolisempia ohjeita, joiden avulla käyttäjä voi oppia huoltamaan ohjeen käsittelemää asiaa. Korjaamaan opastavat ohjeet (korjaus-ohjeet) ovat huolto-ohjeitakin syvällisempiä ohjeita, joiden avulla laitetta voidaan korjata. Rakennusohjeet ovat erittäin syvällisiä ohjeita, joiden mukaan käyttäjä voi rakentaa kyseisen ohjeen käsittelemän laitteen.

Käyttöohjeet

Käyttöohjeille on tyypillistä, että niissä kerrotaan laitteesta tai järjestelmästä hyvin yleisesti ja helposti ymmärrettävästi. Sisältö koostuu yleensä teknisistä ominaisuuksista, käyttötarkoituksista ja toimintojen kuvauksista. Tarkoitus on, että käyttäjä pystyy käyttöohjeen avulla käyttämään laitetta tai järjestelmää ja ymmärtää yleisen toiminnan.

Huolto-ohjeet

Huolto-ohjeen avulla laitetta tai järjestelmää huolletaan, joten se sisältää huollon suorittamisen kannalta tärkeät huolto-ohjeet ja tiedot joiden avulla huollot pystytään suorittamaan. Vaihe vaiheelta opastavat huolto-ohjeet ovat yleisesti helppoja ymmärtää ja näiden mukaan toimimalla laitetta tai järjestelmää voidaan huoltaa turvallisesti ja johdonmukaisesti. Huolto-ohjeissa ei enää selitetä kuinka laite tai järjestelmä toimii, joten käyttäjän tulisi olla perehtynyt jo käyttöohjeeseen.

Korjaus-ohjeet

Korjaus-ohjeissa kuvataan korjaukset joilla laitetta tai järjestelmää voidaan korjata ja saattaa näin taas käyttökuntoon. Korjausten lisäksi ohjeet sisältävät usein asennus, puhdistus, tarkastus sekä säätö-ohjeita, jotka liittyvät kyseisen järjestelmän tai laitteen korjaukseen. Räjäytyskuvat helpottavat huomattavasti osien sijainnin hahmottamista ja ovatkin siksi yleisiä.

Rakennusohjeet

Yleisesti rakennusohjeilla käsitetään ohjeita joidenka mukaan rakennetaan laitteita, mutta lentokonetekniikassa rakennusohjeita käytetään usein myös laajempien huolto- sekä korjaustoimien apuna. Rakentamiseen tarvittavat ohjeet ovatkin erittäin tarkkoja, sisältäen valtavasti tietoa ja piirustuksia joiden avulla voidaan selvittää erittäin tarkasti laitteen toimintaa ja rakennetta. Tämän vuoksi niitä voidaan käyttää tukemaan huolloissa ja korjauksissa tarvittavia ohjeita.

3. HYVÄ OHJE

Hyvän ohjeen tunnusmerkkejä ovat:

- Loogisuus
- Selkeys
- Tarkkuus
- Käytettävyys
- Yhdenmukaisuus

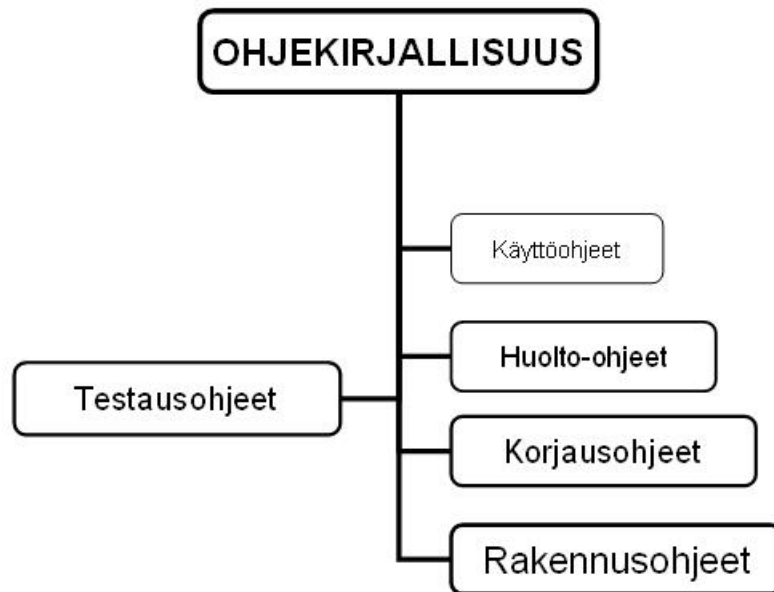
Ohjeen ollessa looginen, asia etenee hallitusti ja määrätietoisesti eikä lukijan tarvitse kiinnittää erityistä huomiota tekstin kulkuun. Lukijan kannalta on parasta kun ohjeessa ei ole ylimääräistä, vain ja ainoastaan tarvittavat tiedot. Kun ohjeeseen jää virheitä ja kertyy ylimääräistä tietoa, on lukijan vaikea seurata asiaa ja varsinkin testausohjeissa tällaista ei saa päästä tapahtumaan.

Selkeys helpottaa järjestelmän hahmottamista kokonaisuutena. Järjestelmät ovat nykypäivänä yhä monimutkaisempia ja näin ollen onkin tärkeää että ohjeet ovat entistä selkeämpiä, jolloin väärin käsityksiä ei pääsisi tapahtumaan. Testausohjeiden pitää olla selkeitä jotta testit pystytään suorittamaan ilman turhia viivytyksiä tai virheitä.

Tarkkuudella tässä yhteydessä tarkoitetaan sellaista kultaista keskitietä, jolloin käyttäjä saa ohjeesta aivan kaiken tiedon, jota tarvitsee suorittaakseen tehtävän, jota ohje käsittelee, mutta ei yhtään ylimääräistä. Tällainen keskitie tulisi yrittää löytää suunnitellessa ohjeita, jo alusta lähtien tulisi tiedostaa mille tasolle ohjeen pitää käyttäjän ohjeistaa.

Käytettävyys on yksi tärkeimmistä hyvän ohjeen mittareista ja tunnusmerkeistä. Jos ohjetta ei voida käyttää, ei siitä ole mitään hyötyä. Hyvän käytettävyyden aikaansaamiseksi ohje tulisi tehdä huolellisesti ja yrittää luoda mahdollisimman selkeäksi käyttäjää varten. Tämä toteuttamiseksi täytyisi ohjeen tekijältä löytyä tietotaitoa, sekä kykyä ymmärtää käyttäjän tarpeita.

Ohjeiden käytettävyyttä on yleensä pyritty parantamaan koodeilla, joiden avulla erotellaan kirjat eri tasoille, eri käyttötarkoituksiin ja eri järjestelmille. Tämä helpottaa oikean informaation löytymistä kirjoista, joita usein on todella paljon. Ohjeissa usein myös viitataan toisiin kirjoihin esimerkiksi tarkemman tiedon selvittämiseksi järjestelmästä, jolloin koodi-järjestelmä on erittäin paljon aikaa säästävä ominaisuus.



Kuvio 1. Esimerkki ohjekirjallisuuden jaottelusta eri tasoille.

Yhdenmukaisuus ohjekirjallisuudessa on kaiken perusta, jotta pystyttäisiin toimimaan aina samalla tavalla ja keskustelemaan samoista asioista samoilla nimillä. Kaikkien ohjeiden tällaisissa ohjekirjallisuus-kokonaisuuksissa, pitäisi käyttää samoja lyhenteitä, mukailla samanlaista tyyliä sekä muodostaa looginen kokonaisuus. Koko kirjallisuuden ollessa yhdenmukainen, on sitä huomattavasti helpompi seurata ja syventää tietotaitoansa eri kirjoista.

4. VIRHEET OHJEISSA

Asiavirhe

Asiavirheellä tarkoitetaan että jokin asia on kuvattu väärin. Asiavirhe johtuu useimmiten inhimillisestä virheestä tai lähdetiedon puutteellisuudesta. Yleensäkin ohjeita kirjoittavan tahon tulisi olla alan asiantuntija, ettei asiavirheitä pääsisi muodostumaan. Asiavirhe on vakava virhe, ja se saattaa vaikeuttaa koko ohje-kokonaisuuden ymmärtämistä.

Viittausvirhe

Viittausvirheellä tarkoitetaan toiseen materiaaliin viitatessa ilmeneviä virheitä. Viitatesa tekstissä toiseen tekstiin, kuvaan tai kaavioon tulee olla erittäin tarkka, varsinkin jos kirjoitettava ohje on laaja ja teksti on muuttunut useasti. Viittausvirheet muodostuvat yleensä kun muutetaan tekstiä eikä muisteta tai huomata muuttaa viittausta sen mukaiseksi.

Puutteet

Eritasoiset ohjeet esittävät järjestelmän tai laitteen toimintaa ennalta määrättyyn tasoon asti, jonka jälkeen tarkempaa tietoa löytyy tarkemmasta ohjekirjasta. Puutteella tarkoitetaan, kun ohjeesta puuttuu jotain olennaista, esim. viittaus tarkempaan ohjekirjaan jotta vika saataisiin paikallistettua.

Epäloogisuus

Ohjeiden tulisi olla loogisia ja helposti ymmärrettäviä, oli sitten kyseessä käyttöohje tai rakennusohje. Looginen ja johdonmukainen ohje etenee selkeästi alkaen perusteista ja edeten ohjeen tason vaatimalla tarkkuudella. Loogisuuden huomioinnissa tulisi kiinnittää myös huomio kohderyhmään, jolle ohjetta ollaan laatimassa.

Ylimääräistä

Käyttäjän kannalta ylimääräinen informaatio ohjeissa tekevät ohjeista epäloogisia, epäkäytännöllisiä sekä vaikeasti ymmärrettäviä. Ylimääräiset tiedot ohjeissa saattavat johtaa jopa virheisiin työtä tehdessä. Olisikin tärkeää että ohje sisältäisi vain tarvittavat tiedot haluttujen toimintojen selvittämiseksi. Tämä aiheuttaa ohjekirjan laatijalle kuitenkin suuria pohdinnan paikkoja, mikä on tarpeeksi ja mikä on liikaa. Ohjeiden suunnittelu ja lähtökohtien tarkka selvittäminen nousevat isoon asemaan.

Kirjoitusvirhe

Ohjekirjallisuudessa ja muussakin kirjoitetussa tekstissä yleisimmin esiintyvä virhe on kirjoitusvirhe. Kirjoitusvirheitä syntyy aina kun tuotetaan tekstiä, niiltä ei voi välttyä. Mutta kirjoitusvirheiden joutumista julkaistavaan materiaaliin voidaan yrittää ehkäistä oikolukemalla tuotettu teksti. On myös tietokoneohjelmia jotka auttavat kirjoitusvirheiden havaitsemisessa. Kaikista vaikeinta teknistä tekstiä tuottaessa kirjoitusvirheiltä voi tosin tuskin koskaan täysin välttyä, silti kannattaa ottaa huomioon että kankea kieli asu saattaa pahimmassa tapauksessa jopa muuttaa asiaa lukijan silmille.

”Usein kannattaa yksinkertaisesti *sanoa asia toisin*, siis valita toisenlainen kielellinen ilmaisu. Tämä on monesti hyvä ratkaisu silloinkin, kun kirjoittaja vain epäilee, onko ensin mieleen tullut tai tekstissä jo oleva ilmaisu virheellinen. Ensinnäkin veisi aikaa tarkistaa, onko alkuperäinen ilmaisu virheellinen. Toiseksi vaikka se olisi kielen sääntöjen mukainen, se voi olla *monien lukijoiden mielestä* virheellinen.

(Huomioikaa tarjouksemme voimassa olon päättyvän 4. joulukuuta.)

Huomatkaa, että tarjouksemme viimeinen voimassaolopäivä on 4. joulukuuta.

Esimerkissä on korjattava teksti sulkeissa ja sitten ehdotus korjatuksi tekstiksi.” [Jukka Korpela, <http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kielenopas/3.2.html>]

5. LENTOKONEJÄRJESTELMIEN TESTAUS

Järjestelmien testauksella pyritään saamaan lentokoneesta mahdollisimman toimintavarma ja turvallinen. Erityisesti sähköisten järjestelmien kehittyminen ja lisääntyminen hurjaa vauhtia lentokoneissa aiheuttaa valtavasti lisää testaustarpeita. Testaamalla järjestelmiä säännöllisesti, päästään myös entistä lyhyempiin huolto- ja korjausaikoihin, joka on erittäin tärkeää.

5.1 Manuaalinen testaus

Manuaalisessa testauksessa järjestelmää testataan manuaalisesti apuvälineitä käyttäen. Manuaalinen testaus on menetelmänä vanha, mutta erittäin luotettava ja sitä tarvitaan yleensä myös modernimpien testausmetodien jälkeen vian paikantamiseksi. Testaus manuaalisesti on tietenkin aikaa vievää, ja siihen tarvitaan monenlaisia mittalaitteita.

5.2 Elektroninen testaus eli BIT

Elektroninen testaus eli BIT (Built-In-Test) on järjestelmään itseensä rakennettu ohjelma, joka suorittaa järjestelmän testauksen. BIT-testaus mahdollisuudet rajoittuvat yleisesti lentokoneisiin, joissa on väyläpohjaiset järjestelmät, yleensä ns. lasiohjaamo eli monitoiminäytöt ohjaamossa. Manuaalisesti BIT-testi voidaan suorittaa lentokoneen ohjaamon näyttölaitteelta käsin, eikä sen suorittamiseen tarvita välttämättä erikoisia työkaluja. BIT-testissä havaittujen vikojen yhteydessä voidaan yleensä myös selvittää mikä vian aiheuttaa mahdollisten vikakoodien avulla.

BIT-testejä suoritetaan myös lentoonlähdössä eri järjestelmille, jolloin lentäjä voi varmistua järjestelmien toimivuudesta. Kehittyneimmät laitteet suorittavat itse BIT-testiä kokoajan normaalin käytön taustalla, mahdollisen vian ilmettyä laite ilmoittaa siitä välittömästi. Myös yksi tärkeimmistä BIT-testin hyödyistä on, että lentokoneella voidaan mahdollisesti operoida vajaakuntoisena ilman riskejä,.BIT-testin avulla saadaan selville missä mahdollinen vika on, ja sen pohjalta tehdään arvio, voidaanko operoida. Esimerkiksi armeijoille tämä on erittäin tärkeä ominaisuus.

5.3 Laborioriotestaus

Järjestelmien testaus laboratoriossa on myös mahdollista, kalliina sekä työläänä testausmuotona se ei tosin ole kovin yleinen. Laboratorio-testissä järjestelmä siirretään kokonaan fyysisesti laboratorioon, ja mallinnetaan tilanne jossa järjestelmää halutaan testata. Laboratoriossa testattaessa järjestelmä ei ole lentokoneessa kiinni, jolloin lentokonetta ei tarvitse valjastaa käyttöön testien ajaksi. Laboratorio ei tietenkään ikinä vastaa täysin todellisuutta ja jotkin testit onkin tehtävä lentävällä koneella. Laboratorio-testejä käytetään yleisesti enemmän tuotekehityksessä.

Jokaiselle testaustyyppille on omat ohjeensa ja niitä kirjoitettaessa onkin otettava huomioon testaustyyppien poikkeamat toisistaan.

6. LENTOKONE OHJEISTUKSEN ERIKOISUUDET

Lentokonetekniikka on yksi tiukimmin ohjeistetuista ja taltioituista teollisuuden aloista. Jokaisesta huollosta, korjauksesta ja rakennuksen vaiheesta on ohjeet, joita pitää noudattaa tiukasti ja työvaiheet myös taltioidaan tarkasti. Ohjekirjallisuutta on valtava määrä jokaista konetyyppiä kohden, lisäksi on yleisiä ohjeita sekä turvallisuusmääräyksiä. Lentokoneiden tyypikohtaiset ohjekirjat kattavatkin erittäin tarkasti koko lentokoneen, alkaen helposti ymmärrettävistä yleis-selostuksista, päättyen monimutkaisiin vianhaku- taulukoihin sekä testausohjeisiin, joihin tämä opinnäytetyö painottuu.

Lentokoneiden tyypikohtaiset ohjekirjat jakautuvat yleisesti moneen eritasoiseen osaan, joiden avulla lentokoneelle taataan huolto- ja korjaustoiminnan turvallisuus. Kirjoista löytyy aina perusohjeet ohjaajille sekä maahenkilöstölle, joiden avulla lentokonetta voidaan käyttää. Perusohje on käyttöä varten ja se sisältää yleensä vain kaikki tarpeelliset tiedot, varoalueet sekä esim. tankkausohjeet koneen käyttöä varten. Perusohjeet riittävät koneen käyttöön, koneen huoltoon taas tarvitaan tarkempia ohjeita.

Huolto-ohjekirjat ovat huoltoa varten suunniteltuja ohjeita, jotka ovat tarkempia sekä sisältävät eri huoltoja. Lentokoneiden huollot suoritetaan luonnollisesti huolto-ohjeiden mukaisesta ja raportoidaan tarkasti. Laitehuolto-ohjekirjoista taas löytyy tarkempaa tietoa kuin huolto-ohjekirjoista, lisäksi se keskittyy enemmän yksittäisiin laitteisiin ja järjestelmiin. Huolto-ohjekirjat ja laitehuolto-ohjekirjat perustavat selkärangan lentokoneen huoltamiselle.

Korjauskäsikirjat ovat yleisesti lentokoneen huollossa hieman harvemmin tarvittuja teoksia. Kun näitä kuitenkin joskus tarvitaan, ovat ne korvaamattomia esimerkiksi korjauksia suoritettaessa, sekä erittäin tarkkaa rakenteellista tietoa tarvittaessa.

Lisäksi tyypikohtaisien kirjojen sarjoista löytyy yleensä myös kaaviokirjoja, varosaluetteloita, laiteselostuksia, johdotuskaaviota, logiikkakaavioita yms.

Lentokoneiden ohjekirjallisuuksia pidetään hyvin tarkasti ajan tasalla ja niitä päivitetään todella usein. Tyypillinen muutos ohjekirjaan johtuu yleensä joko ohjeiden käytössä huomatussa virheessä, tai lentokoneen valmistajasta. Ohjeiden käytössä havaitusta virheestä tehdään ohjekirjan muutosehdotus, joka kulkee useamman asiantuntijan kautta ohjekirjaan, jos se on tarpeen. Lentokoneen valmistajalta tulleet muutokset on koneiden operoijalla velvollisuus siirtää ohjekirjallisuuteen niiden vaatimalla tavalla.



Kuvio 2. Erään lentokoneen manuaali.

7. TESTAUSOHJEIDEN TESTAUS

Vaikka ohje pyritään suunnittelemaan ja tekemään hyvin, saattaa niihin silti joskus päätyä virheitä. Lentokone järjestelmien testausohjeille onkin erittäin tärkeää, että ne testataan ennen julkaisua. Testauksessa ohje käydään kohta kohdalta läpi, suoritetaan siis itse testi jolle ohje on tehty. Usein testausohjeisiin pyritään kuvaamaan laitteen oikean toiminnan lisäksi myös laitteen virheellisen toiminnan tunnusmerkit. Olisi myös tärkeää pystyä todentamaan kaikki mahdolliset vikatilanteet ja niiden antamat virhe-ilmoitukset, vikakoodit sekä oireet joita voidaan verrata testiohjeissa kuvattuihin.

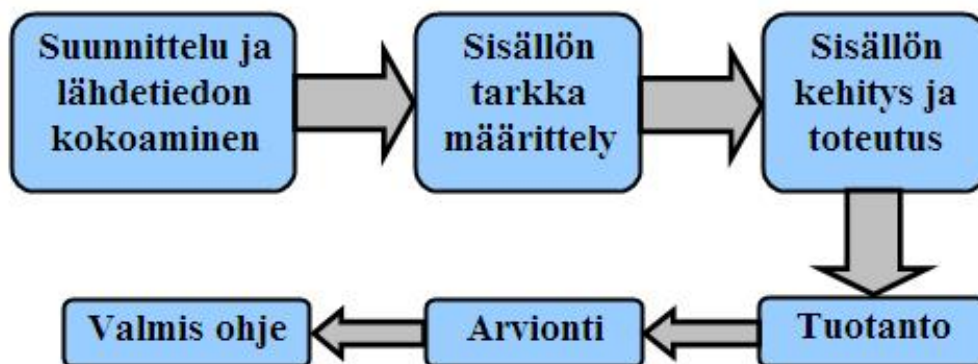
Vikatilanteen simulointi saattaa yksinkertaisimmillaan olla esimerkiksi lämpölaukaisijan ylös nostaminen, jolloin testattava laite ei saa virtaa ja se johtaa laitteen virheelliseen toimintaan. Tällöin päästään toteamaan testausohjeen kuvaukset tilanteesta, jolloin laite ei saa virtaa. Kuvauksen tarkistamisen jälkeen voidaan pyrkiä selvittämään vikaa ohjekirjojen avulla, jolloin selviää kuinka toimiva vianpaikannus-prosessi on.

Monimutkaisemmissa viansimulointi tilanteissa järjestelmään simuloidaan vika esimerkiksi aiheuttamalla laitteen ylikuumeneminen testaus laboratoriossa, jolloin voidaan selvittää mahdollisen ylikuumenemissuojan toiminta. Vaikka prosessi on varsin työläs, on siitä saatava tieto elintärkeää kun pyritään lentokonetasoiseen käyttövarmuuteen. Tällaiset monimutkaiset testaukset suoritetaan lähinnä laitevalmistajien, sekä laitteita korjaavien tahojen toimesta.

Kaikkia vikatilanteita ei tietenkään ikinä pystytä ennalta tietämään eikä simuloimaan, mutta olisi tärkeää että järjestelmät ja laitteet kuitenkin testattaisiin mahdollisimman hyvin. Vikatilanteiden selvittämisellä ja laajoilla testausohjelmilla pyritään pienentämään onnettomuuksien riskiä, varsinkin näinä päivinä siihen panostetaan erityisen paljon.

8. OHJEEN LAATIMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ

Lähdettäessä suunnittelemaan ohjetta, ensimmäisenä pitää ottaa lähtökohdat huomioon, kenelle ohjetta kirjoitetaan, mille tasolle ohjeen tulisi yltää ja mitä muuta ohjeen toivotaan saavan aikaan. Yhdenmukaisuuden saavuttamiseksi, lyhenteet, muissa ohjeissa käytetyt kuvaukset ja muotoilut tulisi olla hyvin selvillä. Esimerkiksi turvallisuus on asia, joka pitää tiedostaa heti ohjetta suunnitellessa, käsitelläänkö ohjeen suorittamisen aikana jotain myrkyllistä, tai onko sähköiskun vaaraa.



Kuvio 3. Tyypillinen ohjekirjan toteutusketju.

Kun ohje-projekti on hyvin suunniteltu, on paljon helpompi aloittaa lähdemateriaalin tutkiminen ja ohjeen kirjoittaminen. Suunnitelmaa tulisi noudattaa ja muistella välillä, etteivät lähtökohdat unohtuisi.

Ohjekirjallisuuden kirjoittajat toimivat usein tiiminä, muodostaen oman projektin tai olemalla osana jotakin projektia. Käytännössä kirjoittaja laatii suunnitelmien mukaisen ohjeen, joka tarkastetaan vielä kokeneemman tarkastajan toimesta. Lisäksi dokumentit oikoluetaan, joko vanhanaikaisesti tai tietokoneella. Oikoluettaessa dokumenteista tarkastetaan ja laitetaan kuntoon tyyli, kielioppi ja ymmärrettävyys. Jos ollaan laatimassa erittäin vaativaa ohjetta, jota ei aikaisemmin ole ollut olemassa, ja on tärkeää, että se on todella toimiva heti julkaisu hetkestä lähtien, voidaan se koestaa käyttäjistä muodostuvalla koe-ryhmällä.

Ohjeissa on hyvä olla havainnollistavia kuvia tai kaavioita, mutta niitä ei tulisi käyttää liikaa, jottei ohjeista tulisi sekavia.

Tärkeitä vaatimuksia hyvälle ohjeelle on sen selkeys, käytettävyys, johdonmukaisuus ja tietojen virheettömyys. On pyrittävä kirjoittamaan ohjeet niin, ettei käyttäjä ymmärtäisi niitä väärin.

9. KYSELY

9.1 Kyselyn suunnittelu

Kyselyn päätarkoituksena oli kyselydatan avulla selvittää mitkä ovat hyvän ohjeen tunnusmerkit, sekä kuinka testiohjeiden laatimisessa on onnistuttu. Kysely oli ensin tarkoitettu suorittaa sekä toimihenkilöille että asentajille, mutta toimihenkilöiden testausohjeiden epämääräisyyden vuoksi kysely päätettiin kuitenkin suorittaa vain asentajille.

Kysely-lomakkeen suunnittelu oli haastavaa, koska informaatiota olisi tarvittu mahdollisimman paljon kuitenkin suurentamatta osallistumiskynnystä liikaa. Lomakkeesta päädyttiinkin suunnittelemaan mahdollisimman yksinkertainen, mutta silti hyvin tietoa keräävä. Lomakkeen luonnostelu vaiheessa se päätettiin jakaa kahteen erilliseen kokonaisuuteen.

Ensimmäiselle lomakkeelle koottiin kysymyksistä sellaiset, joihin jo vähemmän kokemusta omaavatkin pystyisivät vastaamaan. Tälle lomakkeelle pyrittiin siten sijoittamaan sellaisia asioita käsittelevät kysymykset, joista haluttiin suurempi otanta. Lomakkeen alkuun sijoitettiin kysymykset kokemuksesta, testien suoritus kerroista viimeisen 3 kuukauden aikana, sekä virheiden lukumäärä näissä testeissä. Varsinaisten kysymysten osalta päädyttiin ratkaisuun, jossa kysymyksiä pystyi arvioimaan numeroin, sekä antamaan vapaasti palautetta kyselyn lopussa olevaan palauteosioon. Asteikko kysymyksille laadittiin yhdestä viiteen, ykkönen kuvasi heikkoa, 2-4 hyvää ja 5 erinomaista. Varsinaisia kysymyksiä kysely-lomakkeelle muodostui 6 kappaletta.

Toiselle lomakkeelle sijoitettiin hieman tarkemmin spesifioidut kysymykset, joilla pyrittiin saamaan tarkempaa tietoa testausohjeissa esiintyvistä virheistä. Tähänkin lomakkeeseen vastaaja kertoi ensin kuinka monta testiä hän oli suorittanut, mutta tällä kertaa aikaväli oli 6 kuukautta. Myös tarkennuskysymykset ohjekirjamuutosta varten lisättiin tälle lomakkeelle. Virhedatan kartoitusta varten lomakkeelle laadittiin taulukko, jossa oli yleisimmin ohjekirjoissa esiintyvät virheet, sekä mahdollisuus osallistujalle ilmoittaa mahdollinen muu virhe. Asteikolla 0, 1, 2 ja 3 tai enemmän vastaaja arvioi, kuinka monta virhettä kutakin tyyppiä hän oli viimeisen 6 kuukauden aikana havainnut testausohjeissa.

Kysymyksien valitsemiseksi käytin työkavereiden apua ja kiertelinkin ympäri taloa keräämässä mahdollisia ideoita kysymyksiksi. Näistä, sekä omista kysymyksistäni poimin kysely-lomakkeelle mielestäni tarpeellisimmat, mahdollisimman tarpeellisen vastausdatan saamiseksi. Kysely-lomake on laadittu Microsoft Word-tekstinkäsittelyohjelmalla ja on aivan tavallinen taulukko joka on muunnettu kysely-lomakkeeksi.

9.2 Kyselyn toteutus

Kyselylomakkeet päädyttiin jakamaa henkilökohtaisesti vastaajille, jotta saavutettaisiin ikähaitaria, sekä myös esitiedot lomakkeen täyttämiseen pystyttiin antamaan tarkemmin.

Kyselylomakkeet jaettiin täytettäväksi torstaina 19.1.2012. Osa vastaajista oli nopeampia vastaamaan kyselyyn, joten osa lomakkeista kerättiin jo saman päivän aikana takaisin ja osa seuraavana päivänä. Kyselystä saatiin kasaan 11 kappaletta täytettyjä vastauslomakkeita. Vastaajien pieneen määrään vaikutti se, että kaikki lentokonehuoltoon osallistuvat työntekijät eivät suorita testauksia, vaan testit ilmeisesti kertyvät muutamille henkilöille. Nämä henkilöt, jotka testejä ovat enemmän suorittaneet, saatiin kuitenkin osallistumaan kyselyyn, joka oli erittäin tärkeä osa kyselyä. Joten tehtyjen testien määrä verrattuna vastaus lomakkeisiin oli kuitenkin korkea, jolloin saavutettiin laaja otanta. Myös kyselylomakkeiden kysymysten laaja skaala vaikutti positiivisesti kyselystä saattuihin tuloksiin.

9.3 Kyselyn tulokset

Kysely 1.

| | |
|-----------------------|--------------|
| Kokemus (v) | 6,87 |
| Testejä (kpl) | 16,89 |
| Virheitä (kpl) | 1,56 |
| Keskiarvo yht. | 3,72 |

Kuvio 4. Keskiarvo-osallistuja, kysely 1.

Kysely oli suunnattu kaikille, joten sitä suorittaessa pyrittiinkin laajaan skaalaan kokemuksen osalta, ja siinä onnistuttiin erittäin hyvin. Kyselyyn osallistuneiden työkokemus vaihteli kymmenistä vuosista muutamaan kuukauteen. Keskiarvoltaan kyselyyn osallistuvalla henkilöllä oli 6,87 vuoden kokemus lentokonetyöstä.

Vaikka kyselyn otannaksi muodostui varsin suppea joukko, oli tällä joukolla varsin kattava kokemus nimenomaan testien suorittamisesta, johon tässä kyselyssä keskityttiin. Vastaaja oli suorittanut keskimäärin 16,89 testiä viimeisen kolmen kuukauden aikana, joka tarkoittaa yli yhden testin keskiverto viikkoa. Voidaan todeta että kysely osui loistavasti tavoiteltuun kohteeseensa.

Näitä testejä suorittaessaan kyselyyn vastanneet työntekijät havaitsivat ohjeissa virheen keskimäärin 1,56 kertaa. Keskimääräinen virheprosentti voidaan laskea kaavasta:

$$\frac{\text{Virheiden määrä (ka)}}{\text{Testien suorituskerrat (ka)}} * 100 \% = \text{Virheprosentti (ka)} \quad (1)$$

Jolloin virheprosentin keskiarvoksi saadaan: 9,21%

Kyselykaavakkeen varsinaisen kysymysosion vastausten keskiarvoksi saatiin 3,72 eli 1-5 asteikolla se tarkoittaa ”hyvää”. Työkokemuksen suhteen painotettu keskiarvo saadaan kaavasta:

$$\frac{(\text{Arvosanan ka} * \text{työkokemus}) + (\text{Arvosanan ka} * \text{työkokemus}) + n}{(\text{työkokemus} + \text{työkokemus} + n)} = \text{Työkokemuksen suhteen painotettu ka} \quad (2)$$

Jolloin työkokemuksen suhteen painotetuksi keskiarvoksi saadaan: 3,82

Kysely 2.

| | |
|-----------------------|--------------|
| Testejä (kpl) | 60 |
| Virheitä (kpl) | 8 |
| Virhe (%) | 13,33 |

Kuvio 5. Keskiarvo-osallistuja, kysely 2.

Kysely 2. oli suunnattu hieman kokeneemmille testaajille, ja se pyrittiinkin jakamaan vain sellaisille henkilöille jotka ovat suorittaneet testejä useasti, jotta havaitut virheet olisivat paremmin muistissa. Keskiverto työntekijä kyselyä 2. suoritettaessa olikin suorittanut 60 testiä viimeisen 6 kuukauden aikana.

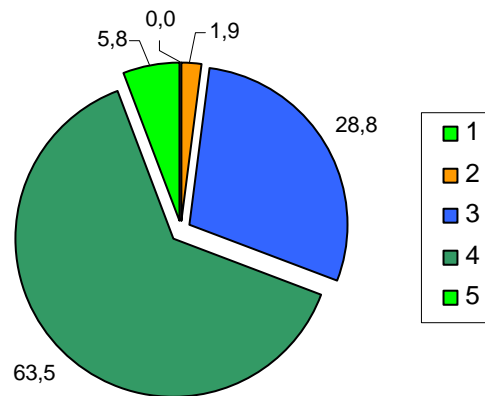
Kyselyn seuraavat kohdat koskivat OME-menettelyä, eli ohjekirjan muutosehdotusta, joka pitäisi tehdä aina virheen havaitsemisen jälkeen. Tämä käytäntö ei kuitenkaan ilmeisesti toimi parhaalla mahdollisella tavalla, koska osa kyselyyn osallistujista ei ollut edes kuullut kyseisestä menettelystä, ja kukaan ei vastannut kysymykseen.

Testaajat olivat havainneet kuitenkin näissä 6 kuukauden aikana suorittamissaan testeissä keskimäärin noin. 8 virhettä. Virheiden havainnointi asteikko loppui kolme tai enemmän- valintaan ja siksi virheiden keskiarvo on noin arvo.

Keskimääräinen virheprosentti voidaan laskea kaavalla (1), josta virheprosentiksi saatiin 13,33%.

9.4 Tulosten analysointi

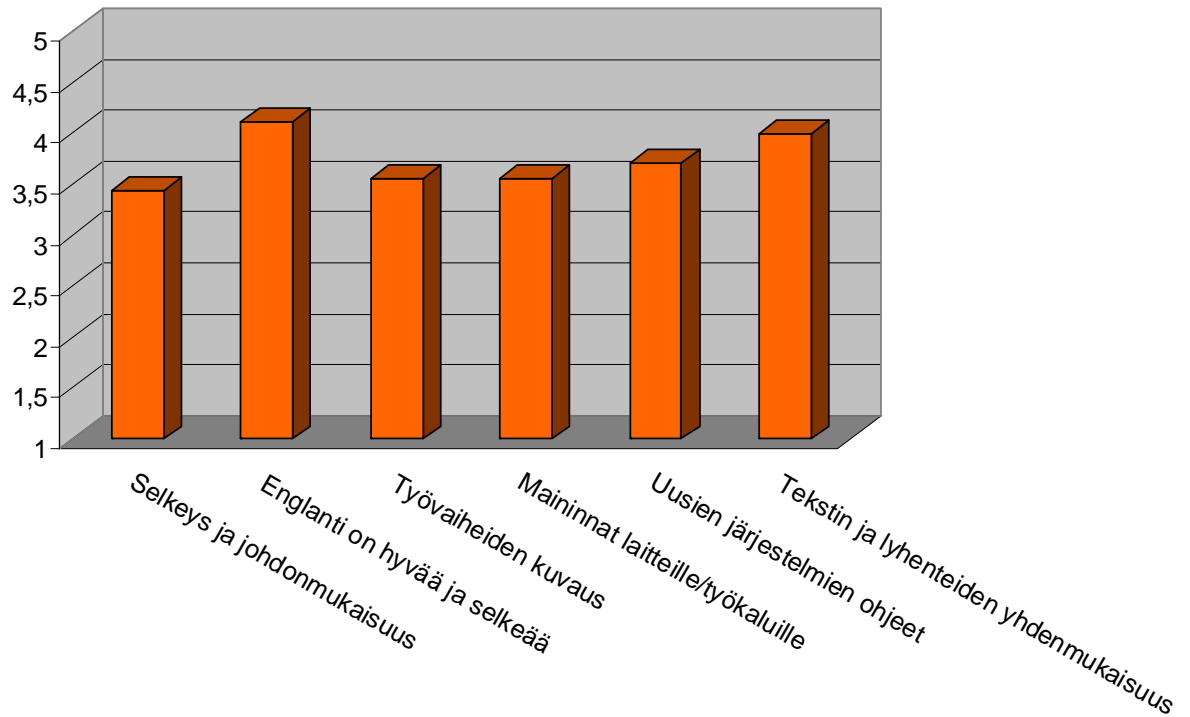
Kysely 1.



Kuvio 6. Annettujen arvosanojen jakauma prosentteina.

Ensimmäisessä kyselyssä vastaajat arvostelivat testausohjeita arvosanoin 1-5 jotka olivat määritelty 1 – heikko, 2 - 4 hyvä ja 5 – erinomainen. Kyselylomake pyrittiin suunnittelemaan niin, ettei se ohjailisi vastaajaa suuntaan tai toiseen. Tästä huolimatta joistakin vastauksista kävi ilmi, ettei kysymyksiä oltu välttämättä luettu ajatuksen kanssa, tai sitten mielipide oli vain niin tasainen kaikista kysymyksistä.

Arvosanojen jakaumasta voidaan todeta että yleinen mielipide testausohjeista on hyvä ja arvosanoja ”heikko” ei annettu ollenkaan, mikä on positiivista.

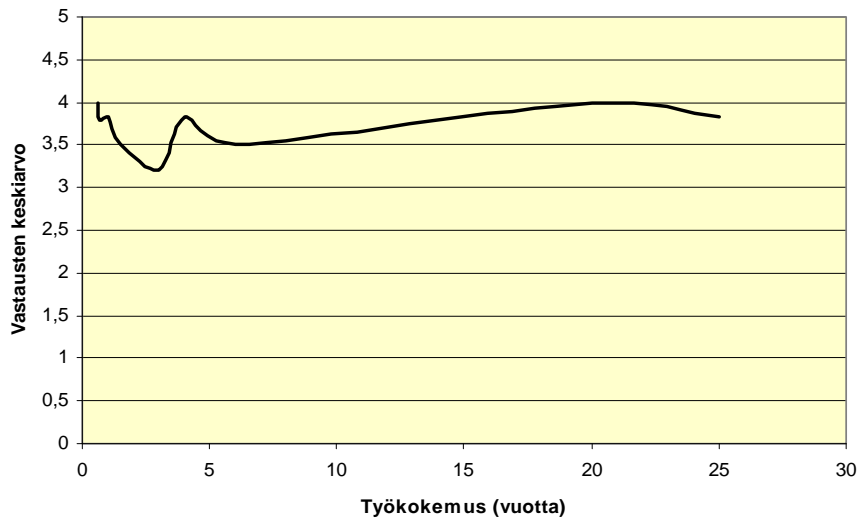


Kuvio 7. Annettujen arvosanojen keskiarvot.

Kuten näemme kuvioista 7, arvosanojen keskiarvot olivat suhteellisen tasaisia, vaihdellen välillä 3,44 – 4,11. Kaikkien arvosteltujen kohteiden yhteisen keskiarvon ollessa 3,73 voidaan todeta testausohjeiden olevan varsin hyviä ja onnistuneita, mutta varmasti parannettavaakin löytyy.

Ehdottomasti parhaiten arvosteltu osa-alue oli ”Englanti on hyvää ja selkeää”, 4,11 keskiarvolla. Jakauman perusteella voimme päätellä että englanninkieli on ollut erittäin hyvin ymmärrettävää ja helppolukuista. Ottaen huomioon otannan ikähaitarin, voi tähän tulokseen olla erittäin tyytyväinen. Testiohjeet joita kysely koski, on kaikki kirjoitettu englanniksi, joten on tärkeää että kaikki saavat tekstistä selvän ja ymmärtävät asiat.

Selkeys ja johdonmukaisuus oli heikoiten arvosteltu osa-alue, 3,44 keskiarvolla. Testausohjeiden selkeyttä ja johdonmukaisuutta on siis parannettava roimasti, jotta päästäisiin edes lähelle erinomaista tulosta. Tuloksista voidaan kuitenkin huomata, että pidemmän työkokemuksen omaavat ovat kuitenkin arvioineet testausohjeet huomattavasti selkeämmiksi ja johdonmukaisemmiksi kuin lyhyemmän työkokemuksen omaavat työntekijät. Tämän taulukon avulla ei siis voida vielä päätellä, että testausohjeiden heikko kohta olisi selkeys ja johdonmukaisuus.



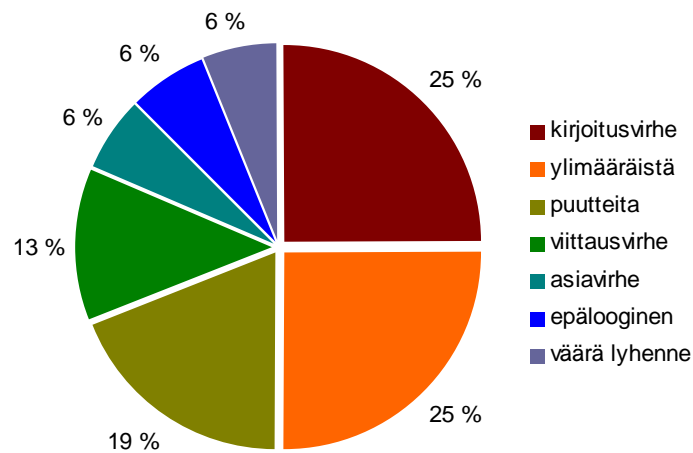
Kuvio 8. Vastausten keskiarvo työkokemuksen suhteen.

Esittämällä vastausten keskiarvon työkokemuksen suhteen, pyrittiin selvittämään onko työkokemuksen tuoma ammattitaito näkynyt kyselyn tuloksissa. Tämän takia kyselyyn pyrittiin saamaan eri-ikäisiä vastaajia, joilla olisi enemmän tai vähemmän kokemusta lentokonetyöstä. Tässä onnistuttiin erinomaisesti ja vastauksia saatiin niin juuri aloittaneilta, kuin jo kymmeniä vuosia lentokone työstä kokemusta omaavilta.

Kuviosta 8 voidaan tulkita annettujen arvosanojen keskiarvo työkokemuksen suhteen. Tähän kuvioon vaikuttaa työkokemuksen lisäksi siis kuusi vastausta. Voidaan olettaa, että kokemuksen lisääntyessä työntekijä oppii ymmärtämään järjestelmiä paremmin. Voidaan myös olettaa, että joissain tapauksissa esimerkiksi englannin kielen taito saattaa olla joillekin enemmän työkokemusta omaaville ongelma, mikä taas vaikuttaa oikeastaan kaikkiin kysymys-lomakkeen vastauksiin.

Kysymysten hieman kumotessa toisiaan, ei voida olla täysin varmoja siitä, olisiko työkokemuksen tuoma lisä vastausten keskiarvoon rajumpi, jos ohjeet olisivat suomeksi. Kuitenkin kuviosta on nähtävissä kehitystä työkokemuksen kasvaessa, tosin odotettua vähäisempänä. Työuran alussa on havaittavissa notkahdus ennen n. viittä työkokemusvuotta, jolloin vastausten keskiarvoissa näkyy huomattava kohouma. Notkahdukseen ja piikkiin saattavat vaikuttaa alkavan uran käyntiin lähtö ja koulutukset, niitä ei valitettavasti kuitenkaan tässä kyselyssä saatu millään rajattua pois.

Kysely 2.

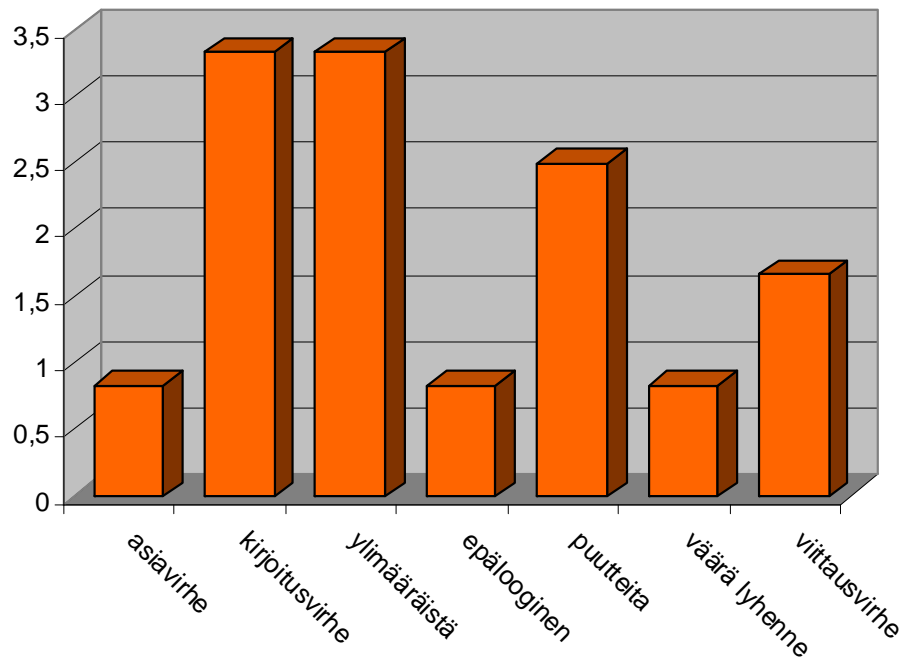


Kuvio 9. Havaitut virheet prosentteina.

Toisen kyselyn tarkoituksena oli selvittää millaisia virheitä testausohjeissa yleisemmin esiintyy ja kuinka paljon. Kysely-lomakkeella oli lueteltu virheiden eri tyyppejä, sekä myös annettu vastaajalle mahdollisuus kirjoittaa oman mielensä mukaan. Näiden virheiden perässä oli asteikko, jolla vastaaja osoitti oliko virhe ilmennyt 0, 1, 2, 3 tai enemmän kertaa viimeisen 6 kuukauden aikana.

Kirjoitusvirheiden ja ylimääräisten tietojen osuus virheistä on erittäin suuri, 50 %, joka on yllättävää, koska näiden virheiden pitäisi olla helpoiten pois karsittavia. Näistä virheistä harvemmin kuitenkaan aiheutuu konkreettista vahinkoa, joten tämäkin on tietenkin positiivista. Ylimääräisen tiedon päästäminen testausohjeisiin voi kuitenkin tehdä ohjeesta sekavan ja epäloogisen, joka ei ole testausohjeille hyväksi.

Väriä lyhenteitä, asiavirheitä ja epäloogisuuksia oli kaikista vähiten, kutakin 6% eli yhteensä 18% verran. Varsinkin asiavirheiden ja epäloogisuuksien vähäinen määrä on erittäin positiivista, koska nämähän ovat vakavimmat virheet mitä ohjeistuksessa voi olla.



Kuvio 10. Virheiden lukumäärä, sataa testiä kohden.

Virheiden määrää parhaiten kuvaamaan muodostettiin taulukko, johon on laskettu virheiden yleisyys sataa testiä kohden. Virheiden määrä sataa testiä kohden saadaan kaavasta: $\text{Virheiden määrä} / \text{Testien määrä} * 100 = \text{virheitä per 100 testiä}$.

Taulukosta nähdään että kirjoitusvirheitä sekä ylimääräistä tietoa esiintyy kumpaakin keskimäärin yli kolmessa testissä, jos testejä tehdään sata kappaletta. Molemmat ovat yleisimmin havaittuja virheitä testausohjeissa.

10. POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää ohjekirjallisuuden testausohjeiden kehitysmahdollisuuksia, joiden avulla voitaisiin päästä entistä parempiin lopputuloksiin. Testausohjeiden tulisi tulevaisuudessa noudattaa yhdenmukaista linjaa, olla selkeitä ja mahdollisimman virheettömiä.

Mielestäni testausohjeiden yhdenmukaisuus ei ole niinkään yksi asia, vaan se koostuu monista pienistä asioista. Pyrkimyksenä olisikin, että tässä työssä käsiteltyjen virheiden vähentämisellä sekä toimintatapoja yhdenmukaistamalla, pystyttäisiin tuottamaan yhdenmukaisia ja tasalaatuisia ohjeita.

Kaikkia virheitä ei voida ohjekirjallisuudesta saada millään pois, mutta niitä voidaan pyrkiä minimoimaan. Tuloksien perusteella määrällisesti eniten virheitä aiheuttavat inhimilliset tekijät, joten mielestäni koulutuksella, huolellisuudella ja hyvällä tarkastusprosessilla päästään parhaaseen tulokseen virheiden minimoimiseksi. Vertaistarkastuksen hyötyjä ohjekirjatyössä tulisi miettiä, sillä sen avulla saatettaisiin päästä hyviin tuloksiin.

Tämän työn tuloksena syntyi tietopaketti, jota voidaan käyttää ohjekirjatyön apuna. Työ ei suoraan ratkaise ongelmia, mutta siitä on apua virheiden ennaltaehkäisemiseksi.

Tietopaketin jatkoa ajatellen voitaisiin sitä edelleen kehittää, ja tuottaa erillisiä kokonaisuuksia paneutuen vielä tarkemmin eri virheisiin ja niiden aiheuttajiin. Toteuttamalla kysely loppukäyttäjillä, saataisiin otannasta suurempi ja näin laajemman skaalan käsitys testausohjeiden onnistumisesta. Tässä olisi hyvä jatkumo tälle työlle ja siitä saatavaa tietoa voitaisiin varmasti hyödyntää entistä paremmin.

LÄHDELUETTELO

Rinta-opas Alpo, Lehtoranta Väinö K, 1992. Ilmailun radio- ja tutkajärjestelmät. 3. painos. Ilmailutuotanto Oy.

Duncan Young, kolumni, 2008. Luettu 17.1.2012
<http://www.mil-embedded.com/articles/id/?3274>

Korpela Jukka, Datatekniikka ja viestinä. Luettu 9.1.2012
<http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/kielenopas/3.2.html>

Kuva. Luettu 23.1.2012
http://aviation.watergeek.eu/images/f-105/f-105b_flight_manual_cover_1969.jpg

LIITTEET

1. Kysely 1
2. Kysely 2
3. Kyselyn 1 tulokset
4. Kyselyn 2 tulokset

LIITE 1

| | | | | | |
|---|-----------------|-------------|----------|----------|--------------------|
| Kysely – HN ohjekirjallisuuden testausohjeet (200-sarja) | | | | | |
| Kokemuksesi lentokonetyöstä | vuotta | | | | |
| Kuinka usein olet suorittanut testin jollekin järjestelmälle viimeisen 3kk aikana? | kertaa | | | | |
| Kuinka monta virhettä näissä testausohjeissa on kaikkiaan ilmennyt? | kertaa | | | | |
| Ympyröi alapuolella luetellun kohteen oikealta puolelta numero, joka kuvaa parhaiten mielipidettäsi kohteesta. | | | | | |
| | Asteikko | | | | |
| | Heikko | Hyvä | | | Erinomainen |
| 1. Testiohjeiden selkeys ja johdonmukaisuus | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 2. Testiohjeiden englanti on hyvää ja helposti ymmärrettävää | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 3. Testiohjeiden työvaiheet ovat kuvattu tarkasti | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4. Testiohjeista löytyy maininnat tarvittaville laitteille/työkaluille | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 5. Miten arvioisit uusien järjestelmien (CIT, JHMCS, ASPJ...) testiohjeiden | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 6. Testiohjeet ovat yhdenmukaisia ja niis- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

LIITE 2

| | | | | |
|--|---|---|---|------|
| Kysely – HN ohjekirjallisuuden testausohjeiden virheet(200-sarja) | | | | |
| Viimeisen 6kk aikana, kuinka monta testiä olet suorittanut(ohjekirjan mukaisesti)? | | | | |
| Joista on laadittu OME | | | | |
| Ohjekirjan muutokseen kului aikaa: | | | | |
| Mielipiteeni OME:n toimivuudesta: | | | | |
| Kuinka monta virhettä olet havainnut testausohjeissa? | | | | |
| Virheen tyyppi: | 0 | 1 | 2 | 3 -> |
| Asiavirhe | | | | |
| Kirjoitusvirhe | | | | |
| Ohjeessa on jotain ylimääräistä | | | | |
| Ohje on epälooginen | | | | |
| Puutteita | | | | |
| Väärä lyhenne | | | | |
| Viittausvirhe | | | | |
| Jotain muuta, mitä: | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Missä järjestelmissä virheet ilmenivät: | | | | |
| Kommentit virheistä: | | | | |

LIITE 3

| | | | | Kysymys nro/Arvosana | | | | | | |
|-----------------|----------------|------------------|-------------------|-------------------------|------|------|------|------|---|------------|
| Vastaaja | Kokemus (v) | Testejä (kpl) | Virheitä (kpl) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Keskiarvot |
| 1 | 25 | 100 | 10 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3,833333 |
| 2 | 20 | 10 | 0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 6 | 7 | 2 | 2 | 5 | 3 | 3 | 3 | 5 | 3,5 |
| 4 | 4 | 2 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,833333 |
| 5 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 4 | 3 | - | 3 | 3,2 |
| 6 | 1,5 | 5 | 0 | 3 | 5 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,5 |
| 7 | 1 | 5 | 0 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3,833333 |
| 8 | 0,7 | 3 | 0 | 4 | 4 | 4 | 3 | - | 4 | 3,8 |
| 9 | 0,6 | 20 | 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | | | | | | | | | |
| Keskiar- vot | 6,8666667 | | | 3,44 | 4,11 | 3,56 | 3,56 | 3,71 | 4 | 3,730159 |
| Yhteensä | | 152 | 14 | | | | | | | |

LIITE 4

| Testien määrä | 110 | 10 | 120 | Prosentti osuus |
|----------------|-----|----------|-----|--------------------|
| asiavirhe | 0 | 1 | 1 | 0,833333 |
| kirjoitusvirhe | 3 | 1 | 4 | 3,333333 |
| ylimääräistä | 3 | 1 | 4 | 3,333333 |
| epälooginen | 0 | 1 | 1 | 0,833333 |
| puutteita | 2 | 1 | 3 | 2,5 |
| väärä lyhenne | 0 | 1 | 1 | 0,833333 |
| viittausvirhe | 1 | 1 | 2 | 1,666667 |
| | | Yhteensä | 16 | |